

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-213641

(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
C23C 16/52
C23C 16/54
H01L 29/201

(21)Application number : 08-020151

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.02.1996

(72)Inventor : KASHIMA YASUMASA

MUNAKATA TSUTOMU

(54) METHOD FOR FORMING HETERO INTERFACE BY ORGANIC METAL VAPOR PHASE GROWTH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming hetero interface by organic metal vapor phase growth which can prevent degradation of hetero interface.

SOLUTION: InGaAs layers and InGaAsP layers are alternately grown (InGaAsP/InGaAs) to form a hetero interface using phosphin (PH₃) and alsin (AsH₃) as V family material. The growth temperature is set between 600°C and 700°C and the growth pressure is set between 50Torr and 200Torr. V/III ratio during the growth of InGaAs layer is between 50 and 150 and the V/III ratio during the growth of InGaAsP layer is between 200 and 250. After the growth of the InGaAs layer, TMIn and TEGa are stopped and the III family material gas is purged from the growth chamber in an atmosphere of AsH₃. Then a predetermined amount of flow of PH₃, AsH₃, TMIn and TEGa for growing the InGaAsP layer are simultaneously introduced.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-213641

(43)公開日 平成9年(1997)8月15日

(51)Int.Cl ⁶	識別記号	序内整種番号	P I	技術表示箇所
H 01 L 21/205			H 01 L 21/205	
C 23 C 16/52			C 23 C 16/52	
16/54			16/54	
H 01 L 29/201			H 01 L 29/203	

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全5頁)

(21)出願番号	特願平9-20151	(71)出願人	000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(22)出願日	平成8年(1996)2月6日	(72)発明者	鷹島 保昌 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(72)発明者	宗像 義 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気 工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 清水 守 (外1名)

(54)【発明の名称】 有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法

(57)【要約】 〔修正有〕

【課題】 ヘテロ界面の劣化を防止できる有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法を提供する。

【解決手段】 InGaAs層とInGaAsP層を交互に成長させ、(InGaAsP/InGaAs)ヘテロ界面を作製した場合、V族材料としてフォスフィン(PH₃)およびアルシン(AsH₃)を使用する。成長温度は600°Cから700°C、成長圧力は50トールから200トールである。InGaAs層成長時のV/III比は50から150、InGaAsP層成長時のV/III比は200から250である。InGaAs層成長後、TMInおよびTEGaを停止し、AsH₃雰囲気中でIII族材料ガスを成長室からバージする。その後、InGaAsP層を成長させるための所定の流置のPH₃、AsH₃、TMInおよびTEGaを同時に導入する。

(2)

特開平9-213641

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 有機金属気相成長法によりヘテロ接合を有する多重層子井戸構造の作製方法において、成長中断中にV族材料ガスのみを導入し、その後、V族材料ガスとIII族ガスを同時に成長室に導入し、成長層表面からのV族元素の離脱および置換を抑えることを特徴とする有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法。

【請求項2】 請求項1記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層上にInGaAsP層あるいはInGaAsP層上にInGaAs層を成長させ、(InGaAsP/InGaAs)ヘテロ界面を作製することを特徴とする有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法。

【請求項3】 請求項2記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、III族材料として有機金属材料を、V族材料としてフォスフィン(PH₃)およびアルシン(AsH₃)を用いることを特徴とする有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法。

【請求項4】 請求項1記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層上にInP層あるいはInP層上にInGaAs層を成長させ、(InGaAsP/InP)ヘテロ界面を作製することを特徴とする有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法。

【請求項5】 請求項4記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層成長直後の成長中断中にAsH₃フローを、InP層成長直後の成長中断中にPH₃フローを導入することを特徴とする有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、化合物半導体多重層子井戸構造の結晶成長における急峻なヘテロ界面の作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、例えば、Journal of Crystal Growth Vol. 107 第567頁～第572頁「OMVPE growth of GaInAs/InP and GaInAs/GaInAsP quantum wells」に記載されるものがあった。

【0003】 すなわち、有機金属気相成長法を用いた場合の急峻なInPとInGaAsから成るヘテロ界面の成長には、上記文献の第567頁左段21行～第569頁左段3行およびFig. 1に開示される方法がある。

有機金属気相成長法により、多重層子井戸構造等のInPおよびInGaAsのヘテロ界面を形成する場合、In

GaAs層の成長とInP層の成長、あるいは、InP層の成長とInGaAs層の成長の間に、バルブ切り換え、および残留材料ガスのバージを目的とした成長中断を短時間設けることとなる。この時、成長層表面からPおよびAsの離脱、PからAsへ、またはAsからPへの置換が起こり、界面品質が劣化しやすい。これは、V族元素のPおよびAsの蒸気圧が高いためであり、ヘテロ界面の品質を向上するためには、V族元素の離脱、および置換を防止することが重要である。

【0004】 以下に、上記文献に示されたInP層上にInGaAs層を成長させて(InGaAs/InP)ヘテロ界面を作製する方法を示す。まず、成長室にトリメチルインジウム(TMIn)とフォスフィン(PH₃)を導入し、InP層を成長させる。InP成長直後、TMInを止め、TMInを成長室からバージするためPH₃をT1秒流し続ける。その後、PH₃からアルシン(AsH₃)に切り換え、T2秒間AsH₃を成長室に導入する。T2秒後、TMInとトリエチルガリウム(TEGa)を導入し、InGaAs層を成長させる。T1およびT2が成長中断で、その最適時間として、T1=T2=0.5秒が求められている。なお、InP/InGaAsヘテロ界面の作製方法についても、アルシンとフォスフィンの導入時期が入れ換わるが同一の方法および時間が求められている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記に示した成長中断条件T1=T2=0.5秒で、InGaAs層上にInGaAsP層あるいはInGaAsP層上にInGaAs層を成長させ、(InGaAsP/InGaAs)ヘテロ界面を作製した場合、T1秒の間にInGaAs表面上ではAsからPへ置換され、ヘテロ界面が劣化するという問題があった。

【0006】 本発明は、上記問題点を除去し、ヘテロ界面の劣化を防止することができる有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

【1】有機金属気相成長法によりヘテロ接合を有する多重層子井戸構造の作製方法において、成長中断直後にV族材料ガスとIII族ガスを同時に成長室に導入し、成長層表面からのV族元素の離脱および置換を抑え、有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面を作製するようにしたものである。

【0008】 したがって、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重層子井戸層の品質の向上を図ることができる。

【2】上記【1】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層とIn

(3)

特開平9-213641

3

GaAsP層を交互に成長させ、(InGaAsP/InGaAs) ヘテロ界面を作製するようにしたものである。

【0009】したがって、(InGaAsP/InGaAs) ヘテロ界面の作製にあたり、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重量子井戸層の品質の向上を図ることができる。

【3】上記【2】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、III族材料としてトリメチルインジウム(TMI_n) およびトリエチルガリウム(TEGa)、V族材料としてフォスフィン(PH₃) およびアルシン(AsH₃) を用いるようにしたものである。

【0010】したがって、InGaAs層表面のAsの離脱をAsH₃ フローにより抑制されると同時に、InGaAs層表面上にPH₃ が導入されないため、AsからPへの置換を防止することができる。

【4】上記【1】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層とInP層を交互に成長させ、(InGaAsP/InP) ヘテロ界面を作製するにあたり、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重量子井戸層の品質向上を図ることができる。

【5】上記【4】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層成長直後の成長中断中にAsH₃ フローを、InP層成長後の成長中断中にPH₃ フローを導入するようにしたものである。

【0012】したがって、InGaAs層表面のAsの離脱をAsH₃ フローにより抑制されると同時に、InGaAs層表面上にPH₃ が導入されないため、AsからPへの置換を防止できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。本実施例では、InGaAs層上にInGaAsP(バンドギャップ波長1.2μm)層を成長させ、(InGaAsP/InGaAs) ヘテロ界面を作製した場合、言い換えれば、InGaAsP/InGaAs 多重量子井戸を成長させる場合の作製条件を示す。

【0014】III族材料としてトリメチルインジウム

4

(TMI_n) およびトリエチルガリウム(TEGa)、V族材料としてフォスフィン(PH₃) およびアルシン(AsH₃) を使用する。成長温度は600°Cから700°C、成長圧力は50トールから200トールである。キャリアガスは、水素で成長時も成長中断時も成長室に導入する。

【0015】InGaAs層成長時のV/III比は50から150、InGaAsP層成長時のV/III比は200から250である。また、InGaAs層の成長速度は0.7μm、InGaAsP層の成長速度は0.9μmである。InGaAs層成長後、TMI_nおよびTEGaを停止し、AsH₃、窒素気中でIII族材料ガスを成長室からT1秒バージする。その後、InGaAsP層を成長させるための所定の流速のPH₃、AsH₃、TMI_nおよびTEGaを同時に導入する(従来技術のT2=0に相当)。

【0016】このような成長中断方法を用いれば、InGaAs層表面のAsの離脱をAsH₃ フローにより抑制されると同時に、InGaAs層表面上にPH₃ が導入されないため、AsからPへの置換を防止することができる。InGaAs/InPヘテロ界面の場合も同様で、InGaAs層成長後の成長中断時にAsH₃ フローを、InP層成長直後にPH₃ フローを導入すればよい。

【0017】図1に、実際に作製したInGaAs/InGaAsPヘテロ界面を有する多重量子井戸構造の結晶特性を示す。この図において、縦軸は相対Log強度、横軸は回折角度(アーケー秒)を示している。作製した多重量子井戸構造は、InGaAs井戸層7nmおよびInGaAsP(バンドギャップ波長1.2μm)障壁層10nmの20対から構成されている。

【0018】図1では、従来技術の項で述べたT2を変えて成長させた試料のX線回折パターンを示す。本発明の方針の成長中断(従来技術のT2=0秒)の場合、0次および1次のサテライトピークの半値幅は狭く、良好なヘテロ界面品質が得られている。一方、T2の増加に伴い、0次および1次のサテライトピークの半値幅は広がり、0次のサテライトピークはPリッチ側にシフトしていた。表1は、同じ試料のフォトルミネッセンスによる評価結果を示す。

【0019】

【表1】

(4)

特開平9-213641

5

成長中断時間 T2 (秒)	フォトルミネッセンスピーク波長 (nm) (周囲温度25°C)	半値幅 (meV) (25°C)
0	1581	31.8
1.2	1568	40.1
2.4	1564	49.8

本発明の方法の成長中断（従来技術のT2=0秒）の場合、フォトルミネッセンスの半値幅は狭く、良好なヘテロ界面品質が得られている。一方、T2の増加に伴いフォトルミネッセンスの半値幅は広がり、さらに、短波長側にシフトしていた。これらの結果は、成長中断直後にV族材料ガスとIII族ガスを同時に成長室に導入することにより、InGaAs表面上でのAsからPへの置換が抑制されていることを示している。

【0020】上記のように構成したので、有機金属気相成長法により、InGaAs/InGaAsPへテロ接合を有する多重量子井戸構造を作製する場合、成長中断直後にV族材料ガスとIII族ガスを、同時に成長室に導入することにより、ヘテロ界面でのV族元素の離脱および置換を防止することができる。このため、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重量子井戸層の品質の向上を図ることができる。

【0021】なお、上記実施例では、InGaAs/InGaAsPへテロ接合またはInGaAsP/InPへテロ接合を有する多重量子井戸構造の製造例を説明したが、InGaAsP/InPおよびInGaAsP/InGaAsPへテロ界面の作製の場合にも応用が可能である。また、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から除外するものではない。

【0022】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏すことができる。

【1】請求項1記載の発明によれば、有機金属気相成長法によりヘテロ接合を有する多重量子井戸構造の作製方法において、成長中断後にV族材料ガスとIII族ガスを同時に成長室に導入し、成長中断中に成長層表面からのV族元素の離脱および置換を抑えるようにしたので、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重量子井戸層の品質向上を図ることができる。

【0023】【2】請求項2記載の発明によれば、上記

【1】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層とInGaAsP層を交互に成長させ、(InGaAsP/InGaAs)へテロ界面を作製するようにしたので、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重量子井戸層の品質の向上を図ることができる。

【0024】【3】請求項3記載の発明によれば、上記【2】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、V族材料としてフォスフィン(PH₃)およびアルシン(AsH₃)を用いるようにしたので、InGaAs層表面のAsの離脱をAsH₃フローにより抑制できると同時に、InGaAs層表面上にPH₃が導入されないため、AsからPへの置換を防止することができる。

【0025】【4】請求項4記載の発明によれば、上記【1】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層とInP層を交互に成長させ、(InGaAsP/InP)へテロ界面を作製するようにしたので、高品質なヘテロ界面を作製することができ、多重量子井戸層の品質向上を図ることができる。

【0026】【5】請求項5記載の発明によれば、上記【4】記載の有機金属気相成長による急峻なヘテロ界面の作製方法において、InGaAs層成長後の成長中断時AsH₃フローのみを導入し、InP層成長後の成長中断時にPH₃フローのみを導入するようにしたので、InGaAs層表面のAsの離脱あるいはInP層表面のPの離脱を抑制できると同時に、InGaAs層表面上のAsからPへの置換あるいはInP表面上のPからAsへの置換を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すInGaAs/InGaAsPへテロ界面を有する多重量子井戸構造の結晶特性を示す図である。

(5)

特開平9-213641

【図1】

